

# DIE HÖHLE

## ZEITSCHRIFT FÜR KARST- UND HÖHLENKUNDE

Jahresbezugspreis: Österreich S 12,- Deutschland DM 2,50 Schweiz und übriges Ausland sfr 2,50

Organ des Verbandes österreichischer Höhlenforscher

Organ des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karsforscher

Gedruckt unter Verwendung eines Zuschusses des Amtes der oberösterreichischen Landesregierung (Linz).

7. JAHRGANG

FEBRUAR 1956

HEFT 1

### Der Rabenkeller und der Hirschbrunn- quellbezirk bei Hallstatt (Oberösterreich)

#### Eine biologische Untersuchung

(Arbeiten aus der Botanischen Station in Hallstatt; Nr. 156)

Von Friedrich Morton (Hallstatt)

Im Jahre 1954 führte ich eine Reihe von Untersuchungen und Lichtmessungen im Rabenkeller und im Bereiche des Hirschbrunn-Quellbezirkes durch<sup>1)</sup>. Der Rabenkeller war bereits in der 1925 erschienenen Monographie „Höhlenpflanzen“ besprochen worden. Damals stand zur Feststellung des Lichtgenusses nur das Eder-Hechtsche Graukeil-photometer zur Verfügung, mit dem nur der relative Lichtgenuß festgestellt werden konnte. Auch waren mit diesem Instrument ziemliche Fehlerquellen verbunden, die allerdings bei Ablesung aller Photometerstreifen durch *denselben* Beobachter eine gewisse Verminderung erfuhren.

Im Jahre 1954 konnte mit einer Selenzelle und genau geeichtem Galvanometer gearbeitet werden<sup>2)</sup>. Das der Pflanze zuströmende Licht läßt sich unmittelbar in *Lux* ausdrücken. Ideal wäre freilich ein Registrierapparat, der Wochen und Monate laufen müßte. Dann hätten wir einen erschöpfenden Einblick in den Lichthaushalt! Es leuchtet ohne

<sup>1)</sup> Morton, F. Der Hirschbrunn-Quellenbezirk. Mitt. üb. Höhlen- u. Karstforschung, 1927: 125—130, 4 Abb.

<sup>2)</sup> Das benützte Galvanometer war: Weston. Modell 440. Nr. 8512, der Weston Electrical Instrument Corp., New York, N. J. OHMS 1 Div. gleich  $0,5 \times 10^6$  Amp. Approx.

weiteres ein, daß eine einmalige Messung zwar sehr gute Anhaltspunkte liefert, daß aber die Bewölkungsverhältnisse und jahreszeitlichen Veränderungen dabei *nicht* zum Ausdruck kommen. Eine Lichtmessung bei den „klassischen“ Geranium-*Robertianum*-Keimlingen am oberen Ende der Lehmalde im Rabenkeller bei strahlender Sonne draußen, die z. B. 20 Lux ergibt, würde bei einer Wolkendecke von  $10^2$ , die tief über den Rand der Hirschau-Alm hinabreicht, einen wesentlich niedrigeren Wert anzeigen. Gerade im Almkessel der Hirschau können die Wolken oft viele Tage lang liegen und bis 700, ja bis 600 m hinabreichen.

Der *Rabenkeller* ist deshalb von ganz besonderem Interesse, weil sich hier das Problem der Lebensverlängerung bei Höhlenpflanzen<sup>3)</sup> ausgezeichnet verfolgen läßt. Auch zeigt die große Längenerstreckung der Höhle einen allmählichen Lichtabfall und das dementsprechende Zurückbleiben der höhlenbewohnenden Arten.

Im Hirschbrunn-Quellbezirk ist es vor allem der Quellenstollen, der mit seinem niederen Portal innen, besonders am Beginn des Stollens, sehr starke Lichtabschwächungen und ausgesprochene Höhlenformen von Moosen zeigt. Der ganze Komplex umfaßt verschiedene Biotope und beinhaltet zahlreiche hochinteressante Probleme.

Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien stellte mir eine Selenzelle samt geeichtem Galvanometer zur Verfügung, wofür ich ganz verbindlichst danke. Besonderer Dank gebührt ferner allen Spezialisten, die durch Bestimmung von Material mitwirkten.

Herr Hofrat Dr. Karl Keißler bestimmte Pilze und Flechten; Herr Professor Dr. Alexander Köhler (†) bestimmte die Sande aus dem Quellenstollen; Herr Dr. Fritz Koppe Laub- und Lebermoose; Herr Professor Dr. Wilhelm Mack bestimmte, zusammen mit Herrn Dr. Klimesch, die Fraßgänge an den Blättern von *Thalictrum aquilegifolium*; Herr Dr. Ed. Messikommer Chlorophyceen, Cyanophyceen und Diatomeen aus den Gerinnen der Hirschbrunnquellen; Herr Amtsrat Josef Schmall bestimmte die Köcherfliegenlarven in den Gerinnen; Herr Direktor Otto Zach fertigte Mikrotomschnitte an und Frau Dr. A. Ziegler beriet in anatomischen Fragen.

## Der Rabenkeller auf der Hirschau-Alm

In den Speläologischen Monographien, Band V. *Höhlenpflanzen*<sup>4)</sup>, ist der Rabenkeller erstmalig von mir beschrieben worden (p. 86—95).

Ich bringe hier zum Verständnis des Folgenden die wichtigsten Angaben. Der *Rabenkeller*, der am Südende der Hirschau-Alm liegt, ist eine ungefähr 55 m in den Berg hineinziehende Klufthöhle. Vor ihrem gewaltigen Portale, das ungefähr 17 m breit und über 20 m hoch ist, liegt eine große Schutthalde. Gleich am Beginn muß ein Tropfwasservorhang durchschritten werden, der von den über dem Portale gelegenen Felsen genährt wird. Meist ist er ein dünner Schleier, nach Regen kommen aber Kaskaden herab, die auch von Hallstatt deutlich gesehen werden können. Dieser Schleier ist bemerkenswert, weil er das Höhleninnere in einem gewissen Sinne von

<sup>3)</sup> Morton, F. Das Problem der Lebensverlängerung bei Höhlenpflanzen. Mitt. üb. Höhlen- u. Karstforschung, 1926, 4 p., 2 Abb.

<sup>4)</sup> Morton, F., und Gams, H. Höhlenpflanzen. Speläologische Monographien, Bd. V, Wien 1925, X und 227 p., 10 Taf., 46 Textfig.

der Außenwelt der Alm absperret und mit für die günstige Wasserbilanz der Höhle verantwortlich ist.

Der zunächst mäßig ansteigende Boden wird bis ungefähr 15 m von kleineren Felsblöcken und Schutt bedeckt. Bei 31 m stehen wir vor einer starken Traufe, die ebenfalls quer zur Höhlenlängsrichtung liegt. Jenseits der Traufe beginnt eine steile Lehmhalde, die bis 33 m naß und glitschig, dann aber ganz trocken wird. Hier beginnt sich auch die Decke zu senken. Die hohe Kluft findet bei 41 m ihr Ende.

Die steile Lehmhalde bildet nun den Boden eines 10 m langen, 3 m hohen und 4 m breiten Höhlenteiles und geht schließlich in ein ganz kurzes, fast waagrechtes Stück über. Links (beim Hinaufblick) liegt oben ein plattiger Fels, der 190 cm breit und, horizontal gemessen, 190 cm in die Tiefe geht. Am westlichen, unteren und östlichen Rande dieses Felsens, von dem aus der Rabenkeller ausgezeichnet überblickt werden kann, wachsen *Lamium*, *Geranium*, *Adoxa*, *Asplenium trichomanes*, *Cystopteris fragilis*. An diesen Rändern erfolgten die Lichtmessungen 10—16.

An den besprochenen Teil schließen Höhlenteile an, die nur im vordersten Teile Cyanophyceen und Chlorophyceen aufweisen, dann aber pflanzenleer sind und daher für unsere Betrachtung ausscheiden.

Mit den Lichtmessungen wurde ganz oben, am Ende der Lehmhalde, begonnen. Der Himmel war um 11 Uhr 10, als ich mit der Arbeit begann, zu 8° bedeckt; Cirrostratus; auf dem Almboden im nördlichen Teile Sonne. Aufnahmetag: 17. 7. 54.

Die Messungen hatten folgende Ergebnisse:

1. Beim letzten *Lamium Galeobdolon* (früher *L. luteum*, Goldnessel), der Opal parallel den mit 45° geneigten Blättern: 816 Lux. Diese schönen und kräftigen Pflanzen, 1927 abgebildet<sup>5)</sup> (Taf. III, 2), sind dieselben wie im Jahre 1921!
2. Vorletztes *Lamium*, 20 cm vor obigem: 1156 Lux.
3. Herde von *Lamium*, im oberen Teile der steilen, trockenen Halde: 1224 Lux.
4. Oberstes, blühendes *Lamium*, an der Westseite der Halde: 1632 Lux.
5. An derselben Stelle, aber an der Ostseite der Halde: 1836 Lux.
6. In der äußersten Ostecke: 1360 Lux  
Über die anatomischen Verhältnisse siehe Morton, Ökologie, Beitrag Hoffmann, p. 220. Dort auch Tabelle der Größenverhältnisse<sup>5)</sup>.
7. Keimling von *Geranium Robertianum* ganz oben in der östlichsten Ecke: 34 Lux. Das Hypokotyl hatte eine Länge von 4 cm. Schon 1921 und später fand ich in diesem obersten Teile, wo die breite Kluft in einen wesentlich schmäleren Teil übergeht, am Ende des 10 m langen, 4 m breiten Ganges, hinter Steinen, in Spalten usw., immer wieder Keimpflanzen, die bei ganz minimalen Lichtmengen ihr Dasein fristen. So wurde 1921 bei einem Individuum ein Hypokotyl mit 12 cm Länge beobachtet.
8. Keimling von *Geranium* mit 8 cm langem Hypokotyl: 34 Lux.
9. Keimling von *Lamium*, unter großen Pflanzen und von diesen stark beschattet: 68 Lux.
10. *Adoxa moschatellina*, Pflanze mit ausnehmend großen Blättern; östlich der Felsplatte am oberen Gange: 1428 Lux.
11. *Adoxa*; unterhalb der Felsplatte, fruchtend. Mageres Individuum: 476 Lux.
12. *Adoxa*, am unteren Rande der Felsplatte, großblättrig: 1088 Lux.
13. Dieselbe Stelle; *Lamium*, 10 cm hoch mit kleinen Blättern, im Schatten einer davorstehenden, großen Pflanze: 544 Lux.
14. Westrand der Platte. Große *Lamium*-Individuen, in Vollblüte stehend: 1564 Lux.
15. Dasselbst; *Geranium*, junge Pflanzen, 5—15 cm; mit je einer Blütenknospe: 1496 Lux.

<sup>5)</sup> Morton, F. Ökologie der assimilierenden Höhlenpflanzen. Fortschritte d. naturwiss. Forschung, herausgeg. von E. Abderhalden, XII, 1927, p. 151—234, 12 Abb., 3 Taf.

16. *Asplenium viride*, *Cystopteris fragilis*, Keimlinge von *Geranium Robertianum* und *Adoxa*; alle am rechten Rande des Felsens: 272 Lux.  
Zeit: 11 Uhr 25 a. m.

Hier schalte ich einige Bemerkungen über *Adoxa moschatellina* ein. Die anatomischen Verhältnisse sind in Morton, Ökologie, p. 220/221 erörtert; dort ist auch Tabelle der Größenverhältnisse gegeben. Diese Art ist außerordentlich interessant. Es verdient nochmals (vgl. Morton-Gams, 1925, S. 89 ff.) hervorgehoben zu werden, daß *Adoxa* bisher im Bereiche von Hallstatt außerhalb einer Höhle nicht vorgefunden wurde. Der nächste Standort liegt bei Steeg nördlich des See-Endes. Im Jahre 1954 konnte ich einige sterile Individuen im Hirschbrunn-Quellbezirk vor dem Eingange zum Quellenstollen nachweisen.

Über den höchst eigenartigen *Lebenszyklus* von *Adoxa* im Rabenkeller habe ich gesondert publiziert<sup>6)</sup>. Der Fall von *Adoxa* zeigt, daß es vollkommen berechtigt ist, die in Höhlen bzw. Höhlenvorhöfen vorkommenden Pflanzen unter dem biologischen Begriff „*Höhlenpflanzen*“ zusammenzufassen!

Gerade bei *Adoxa* können wir beobachten, daß eine *Lebensverlängerung* der Assimilationsorgane eintritt. Der geringere Lichtgenuß hat eine Verlangsamung der vegetativen Prozesse zur Folge. Dem steht aber eine bedeutende Verlängerung der Vegetationsperiode gegenüber. Noch Ende November konnte ich im obersten Teile des Rabenkellers frisch grüne, zweifellos tallelos assimilierende Blätter beobachten. Die verlangsamte Assimilation wird durch längere Assimilationsdauer kompensiert. Das Lokalklima des Rabenkellers in seinem oberen Teile ist für diesen Vorgang sehr günstig. Ich konnte am 5. 11. 1921 beispielsweise in Wurzeltiefe eine Bodentemperatur von  $+5,9^{\circ}\text{C}$  und am 3. 12. eine solche von  $+3,6$  feststellen, während vor der Höhle Schnee lag und die Lufttemperatur  $-3,4^{\circ}\text{C}$  betrug.

Nach Hegi VI/1: 260—261, bevorzugt diese schattenliebende Mesophyte humosen lehmigen Boden und ist besonders „in feuchten Hohlwegen und Schluchten, besonders an den eingeschnittenen Ufern bewaldeter Bäche sowie in Auenwäldern“ zu finden (l. c., p. 261).

Im Jahre 1926 konnte ich im Rabenkeller bereits anfangs Februar neue Blättchen feststellen. Das Leben der *Adoxa*-Blätter dauert also hier vom Februar bis sicher Ende November. Die Blattfunktion beginnt bei einer Bodentemperatur von  $+2,5^{\circ}\text{C}$  und endet im November bei rund  $5,5^{\circ}\text{C}$ . Das unterirdische Wachstum beginnt im März und konnte bis Februar verfolgt werden; vielleicht findet da überhaupt keine Unterbrechung statt.

Guttenberg<sup>7)</sup> hat eine eigene Arbeit über die Lichtsinnesorgane von *Adoxa* veröffentlicht. Er konnte mit dem Linsenversuche feststellen, daß die großen Zellen der Blattoberseite, die — nebenbei bemerkt — keine Stomata besitzt, als Sinnesepithel fungieren und ein scharfes und lichtes Bild der Blendenöffnung entwickeln. Es handelt sich dabei darum, daß dadurch auf der unteren Plasmahaut Lichtdifferenzen entstehen.

Die Epidermiszellen der Oberseite sind chlorophyllfrei, während die der Unterseite Chlorophyll führen. Zwei Versuche ergaben einwandfrei, daß der „völlig unbeschädigte und unverdunkelte Blattstiel bei *Adoxa* allein nicht imstande ist, das Blatt in die fixe Lichtlage zu bringen. Vielmehr erfolgt die Einstellung des ausgewachsenen Blattes ausschließlich durch die Linsenfunktion der Epidermiszellen“ (Guttenberg, l. c.). Diese Linsen bestehen aus Zellulose, so daß sie die Sammelwirkung der Zellen noch erhöhen.

Unter der Epidermis ist eine Reihe palisadenähnlicher Zellen, die aber nicht so dicht aneinanderschließen, wie dies bei gewöhnlichen Palisaden der Fall ist. Unter

<sup>6)</sup> Morton, F. Der Einfluß des Höhlenklimas auf den jährlichen Entwicklungsgang von *Adoxa moschatellina* L. Flora, 1926, 377—379. — Vgl. auch Fußnote 3.

<sup>7)</sup> Guttenberg, H. Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von *Adoxa moschatellina* L. und *Cynocrambe prostrata*. Gärtn. Ber. d. D. Bot. Ges., 23. 1905. p. 265 ff.

diesen Palisadenzellen ist ein lockeres Mesophyll, das von den Gefäßbündeln durchzogen wird. Die Epidermis der Unterseite unterscheidet sich, abgesehen davon, daß die Zellen kleiner und stark verzahnt sind, vor allem durch das Fehlen der Lichtsinnesorgane. Sie führt, wie bereits erwähnt, im Gegensatz zur oberen Epidermis allein die Spaltöffnungen.

Von der Pflanze mit den Riesenblättern wurden von Blatt und Blattstiel Querschnitte angefertigt. Im folgenden gebe ich die wichtigsten Maße an.

**Blatt:** Dicke, gemessen durch einen Linsenscheitel: 0,285 mm; gemessen in der Einbuchtung zwischen 2 Linsen: 0,24 mm. Maximale Linsenhöhe: 0,085 mm. Palisaden, Höhe: 0,04—0,05 mm. Schwammparenchym: 0,1—0,125 mm. Höhe der unteren Epidermiszellen: 0,025—0,035 mm.

**Blattstiel:** Epidermis: 0,025—0,04 mm. Parenchymzellen, Durchmesser 0,175 bis 0,2 mm. Parenchym zwischen dem stärksten der drei Gefäßbündel und der Epidermis durchschnittlich 0,45—0,72 mm. Durchmesser des stärksten Gefäßbündels: 0,3 mm.

Der Blattstiel zeigt im Querschnitt ein stärkeres und zwei schwächere Gefäßbündel. Er besitzt eine tiefe Rinne, in deren Epidermis sich ebenfalls Zellen mit stark vorgewölbten Außenwänden finden. Es sei hier erwähnt, daß auch bei der Blattepidermis nicht alle Zellen als Linsenzellen ausgebildet sind. Die darunterliegenden Zellen sind dicht mit Chlorophyll angefüllt und erscheinen im Querschnitt als dunkelgrünes Band.

Ich fahre jetzt in den Lichtmessungen fort. An der Höhlenwestwand, ungefähr in Höhe des beschriebenen Felsens, wächst *Geranium Robertianum* in Vollblüte, ferner *Lamium Galeobdolon* bei 1156 Lux. Eine eben aufgegangene Blüte von *Geranium* zeigt alle 10 Antheren geschlossen. Eine zweite Blüte, die vom Vortage ist, zeigt die 5 inneren Antheren un- 2 äußere offen. Diese sind ober- und unterhalb der weit ausladend nach außen und unten gekrümmten Narbenäste angeordnet, so daß Selbstbestäubung erfolgen kann. Die restlichen (3) äußeren Antheren sind noch außen<sup>8)</sup>.

In derselben Höhlentiefe, jedoch aus den Felsen der Ostwand herauswachsend, sind Blätter von *Viola biflora* und sehr große Blätter von *Adoxa* bei 544 Lux. Der oberhalb der Lehmoberfläche betinliche Blattstiel dieser *Adoxa* hat eine Höhe von 8 cm. Die zwei seitlichen Teilblättchen sind zweilappig und tief lappig eingeschnitten. Die einzelnen Lappen sind 7,5 cm hoch und 5—5,5 cm breit. Der Endlappen ist ebenfalls tief lappig eingeschnitten, hat eine Höhe von 8 cm und eine größte Breite (an der Basis) von 9,5 cm. Die Spreite ist sehr dünn und rasch welkend. Der Blau- glanz ist hier wie auch bei den übrigen Individuen ausgesprochen und stark.

Ein Meter unterhalb der Felsplatte finden wir die am weitesten vorgestoßene Pflanze von *Adenostyles glabra (alpina)* mit 33 cm langen Blättern. Die nahezu horizontalen obersten Blätter genießen 1020 Lux, die unter 45° geneigten unteren Blätter aber 1564 Lux.

Zwei Meter unterhalb des besprochenen, ganz am oberen Ende der Lehmalde gelegenen Felsens ist ein Felsabfall an der Ostseite der Höhle. Hier finden wir 60 cm hohes *Lamium Galeobdolon* bei 1972 Lux in Vollblüte; fruchtende *Adoxa*, kleine Exemplare bei 1300 Lux; *Adenostyles glabra*, große Blätter bei 952 Lux; auf dem Lehmboden der Steilhalde wächst *Lamium Galeobdolon*. Ihr Stengel liegt in einer Länge von 32 cm parallel dem Lehme in einer Höhe von 4 cm über diesem. Dann biegt der Stengel unter 90° nach oben und stützt sich dabei auf 2 Blätter. Licht: 1768 Lux; Vollblüte. Unweit davon sind Keimpflanzen von *Geranium Robertianum*; Höhe: 3—5 cm. 1632 Lux. An der anstoßenden Seitenwand der Höhle sitzen Moose, die von *Lamium* stark beschattet werden. In der Hauptsache *Fegatella conica* bei 816 Lux. Noch stärker wird eine gleich daneben befindliche Stelle durch

<sup>8)</sup> Morton, F. Zur Blütenbiologie von *Geranium Robertianum* L. Arbeiten aus der Botan. Station in Hallstatt, 1947, Nr. 78. 9 p., 3 Taf. — Morton, F. Die Blütengeschichte einer *Geranium-Robertianum*-Pflanze. Wetter und Leben, 1, Wien 1948, 203—207, 1 Abb.

großblättriges *Lamium* beschattet. Hier wachsen *Leptobryum piriforme* und *Mniobryum albicans* bei 340 Lux. (11<sup>50</sup> Uhr.)

Die lokal-klimatischen Verhältnisse wechseln oft von Dezimeter zu Dezimeter. So haben wir an dieser Stelle in einer engen Spalte, die sich unterhalb des Felsabbruches in die Ostwand der Höhle hineinzieht, 2 cm lange *Lamium*-Keimlinge, denen nur 13,6 bis 20,4 Lux zur Verfügung stehen. Der zutiefst in der Spalte lebende Keimling hat nur 6,8 Lux zur Verfügung! Sein Hypokotyl ist rein weiß und liegt natürlich unmittelbar auf dem Boden auf. Die zwei kleinen Keimblätter sind jedoch dunkelgrün. Eine vor dieser Spalte befindliche Pflanze von *Lamium* (in Blüte), nur 30 cm von der Spalte entfernt, genießt 2176 Lux! Unter ihr, auf dem von ihr stark beschatteten Boden, wachsen Keimlinge von *Adoxa*, *Geranium* und *Lamium* bei der minimalen Lichtmenge von 136 Lux!

An der Höhlenostseite ist ein Felsabsturz, der unterhalb der zwei besprochenen Felsen gelegen ist. Hier finde ich *Geranium* in Vollblüte, *Lamium* in Blättern, *Viola biflora* mit unreifen Früchten bei 3740 Lux. Die Blüten von *Geranium* zeigen zehn offene und im Bereiche der sehr stark nach außen und unten gebogenen Narbenäste befindliche Antheren. Blüte von gestern. „Palmentyp“. Im Schatten von *Lamium* sehe ich *Cystopteris fragilis*, 15—20 cm hohe, junge Pflanzen von *Geranium*, unreife Früchte von *Viola biflora*, Blätter von *Thalictrum aquilegifolium* bei 2516 Lux.

Im einzelnen messe ich: *Lamium*, Vollblüte, und *Adenostyles glabra*, Blätter bei 2176 Lux; im Schatten hochwüchsiger Individuen von *Lamium* und *Adenostyles*, die sehr viel Licht abschirmen, gedeihen *Adoxa* in Blättern, *Geranium* in Blättern, *Thalictrum* mit kümmerlichen Blättern, *Viola biflora* in Blättern und die Moose *Barbula paludosa* und *Preissia commutata* bei 272 Lux. Darüber, an der Felswand, nicht zugänglich, Blätter und geschlossene Knospen, die von *Crepis Jacquinii* sein können. In einer kleinen Nische *Adoxa* und Keimblätter von *Geranium* bei 340 Lux. Am Nischenende *Adoxa* mit je einem einzigen Blatte bei 136 Lux. Unweit davon blüht *Adoxa* bei nur 748 Lux! In einer Nische *Trentepohlia* bei 204 Lux.

Wir kommen nun zum obersten Teile der großen, von *Lamium*, *Thalictrum aquilegifolium* u. a. bestandenen Halde. Wir sind jetzt 1,5 m unter der Felsbastion. Hier: 2312 Lux. 13 Uhr. *Lamium* steht in Vollblüte und wird stark von Hummeln befliegen. *Adenostyles glabra* zeigt kümmerliche Knospen. *Geranium Robertianum* steht in Vollblüte. *Viola biflora* hat leere Früchte. *Adoxa* zeigt unreife Früchte.

Etwas weiter unterhalb haben wir: *Lamium* in Vollblüte, *Thalictrum aquilegifolium* mit letzten Blüten und unreifen Früchten und massenhaft *Viola biflora* mit unreifen Früchten bei 2584 Lux. Die meisten Blätter von *Thalictrum aquilegifolium* zeigen Fraßgänge, die oft den größten Teil der Spreiten umfassen. Es handelt sich um Fraßgänge einer Fliegenmadde, und zwar von *Phytomyza minuscula* Gour. Ich verdanke die Bestimmung den Herren Dr. Klimesch und Prof. Dr. Wilhelm Mack.

*Thalictrum* wird bis 70 cm hoch und hat 2—2<sup>9)</sup>, *Viola biflora* wird bis 10 cm hoch und hat 2—5. Dazu kommen Keimlinge und junge Individuen von *Adoxa*, 2—4 cm hoch. Die Blüten von *Geranium Robertianum* sind vom Vortage. Die 5 inneren Staubblätter sind verschwunden, die 5 äußeren zwischen den Ästen der Narbe, die viele Pollenkörner tragen. Palmentyp.

#### Temperaturen:

1. Beim obersten *Lamium luteum*, 3 cm in dem Lehme: 8,5° C.
2. Unterer Rand des obersten Felsens; zwischen *Adoxa*, *Lamium*, *Geranium*; 3 cm tief: 9,0° C.
3. Blühende *Adoxa* am unteren Rand des oberen Felsens; 3 cm tief: 8,8° C.
4. Luft bei den Blüten des obersten *Lamium*: 12,2° C. Zeit: 13<sup>15</sup> bis 13<sup>30</sup> Uhr.

<sup>9)</sup> Die erste Zahlenkolonne gibt kombiniert Quantität und Deckungsgrad nach fünfteiliger Skala an, die zweite die Soziabilität. 1—5 bedeutet z. B., daß die betreffende Art sich im Bereiche der Aufnahme nur an ganz vereinzelt Punkten findet, aber dort in vielen Exemplaren beisammen steht usw.

In einer Nische rechts (Blick hinauf) des steilen, glitschigen Lehmaufstieges wachsen: *Aster bellidiastrum* blühend, das oberste *Rhododendron hirsutum* (kümmerlich) und der oberste (d. h. am tiefsten in die Höhle vordringende) *Rhodothamnus Chamaecistus* bei 2040 Lux. Hier sehen wir auch die erste *Valeriana saxatilis*, blühend, Rosetten von *Aster bellidiastrum* in Massen, steriles *Lamium*. Zwei Meter unterhalb sitzen in einer Spalte *Valeriana saxatilis*, *Viola biflora* mit unreifen Kapseln, Rosetten von *Aster* und kleine Blätter von *Adenostyles glabra* bei 2380 Lux.

Auf der Gegenseite (Ostseitenwand) steht das oberste *Rhododendron*, 100 cm hoch, gut entwickelt, zusammen mit kleinen Blütenknospen von *Adenostyles*, blühendem *Aster* und unreifen Früchten von *Viola* bei 2924 Lux.

Vom unteren Rande der oberen „Grünhalde“ hinauf zieht sich links (Richtung Höhleninneres) ein geschlossenes Band von blühendem *Lamium Galeobdolon*. In der Mitte herrscht *Thalictrum aquilegifolium*, durchmischt mit *Lamium*, etwas *Adenostyles*. Besonders im Tropfwasserbereich am unteren Ende dieser „Grünhalde“ haben sich reichlich Moose angesiedelt, so *Pellia Fabbronia*, *Cratoneuron commutatum* u. a. Dazwischen, im betropften Grobschotter, finden wir hauptsächlich (unter den Blütenpflanzen) *Adenostyles glabra* mit winzigen Blütenknospen. Zum Teil, im stärksten Tropfwasserbereich, fehlen Phanerogamen und Bryophyten.

Nun folgt die „Untere Grünhalde“, in der wir *Adenostyles* mit kleinsten Knospen, noch blühendes *Thalictrum* und etwas *Lamium* finden. Am obersten Rande dieser Grünhalde haben wir 4080 Lux und auch mehr.

In der Mitte dieser unteren Grünhalde wachsen an Moosen: *Bryum ventricosum*, *Ctenidium molluscum*, *Lophozia Muelleri*, *Mnium rostratum*, *Moerkia Flotowiana*, *Orthothecium rufescens*, *Pellia Fabbronia*. Am unteren Rande, wo sich der erste Tropfwasserschleier befindet, notiere ich: *Cratoneuron commutatum* (in Massen) und *Pellia Fabbronia*.

Es ist 13<sup>45</sup> Uhr. Im vorderen Teile des Almbodens scheint noch Sonne. Der Himmelsausschnitt zeigt Bedeckung 9<sup>1</sup>; die Wolken sind hellweiß und grauweiß.

Es sei darauf hingewiesen, daß selbstverständlich bei Bedeckung 10<sup>1</sup> oder bei der oft vorhandenen 10<sup>2</sup>, wobei die Wolkendecke nicht selten bis auf 800 m, also bis zum Rande des Hirschau-Almbodens hinabreicht, die dem Rabenkeller zufließenden Lichtmengen wesentlich niedrigere sein müssen.

## Der Hirschbrunn-Quellbezirk

In meiner Arbeit „Der Sauerstoffgehalt einiger Quellen des Hallstätter Gebietes“ (Archiv für Hydrobiologie, XVIII. 1927: 65—70) habe ich alle jene Quellen, die — einschließlich des seit alten Zeiten bekannten „Hirschbrunn“ — sich um diesen gruppieren, unter dem Namen „Hirschbrunn-Quellenbezirk“ zusammengefaßt. Einer späteren Publikation („Beobachtungen über Temperatur und Wasserführung der Hirschbrunn-Quellen bei Hallstatt“, ebenda, XX. 1929: 88—92) ist ein Detailplan beigegeben, den ich einer für mich durchgeführten Aufnahme durch Major Heinrich (†) verdanke. In diesem sind die ständigen sowie die nur zeitweise fließenden Quellen eingezeichnet.

Ich bringe zunächst Lichtmessungen, die im Bereiche der Quelle 1 (508.64 m) durchgeführt wurden. Aufnahmetag: 3. 7. 1954. Zeit: 16—17 Uhr. Himmel: 8°. Etwas Sonne über dem See. Ober der Quelle ist ein großer Strauch von *Salix grandifolia*, der starke Lichtabschirmung herbeiführt. Über dem Wurzelbereich siedeln *Asplenium trichomanes* und lotrecht aufgerichtete Moose: *Calliergon cuspidatum*, *Eurhynchium striatum* var. *brevifolium* bei 884 Lux. Bei horizontaler Stellung der Seelenzelle ergeben sich nur 544 Lux. Blätter von *Centaurea montana*, schräg auf das Vorderlicht eingestellt, genießen 680—816 Lux. *Veronica latifolia* 680—1360 Lux, Moose unter diesen haben 136—304 Lux.

Hinter der Quelle 1, an der Felswand, stark beschattet von *Corylus*, *Lonicera xylosteum*, *Picea* u. a., werden folgende absolute Lichtwerte ermittelt: Blätter von *Lamium Galeobdolon* 136—272 Lux; blühende *Saxifraga rotundifolia* 680 Lux; Moose

unter dieser auf fast senkrechter Wand 612—680 Lux. Hier finden sich folgende Arten: *Brachythecium rivulare*; *Hylocomium splendens*, *Plagiochila asplenioides*, *Rhytidiadelphus squarrosus* und *R. triquetrus*. Hinter einer Blätterwand von *Lamium Galeobdolon*, *Veronica latifolia*, *Saxifraga rotundifolia* und *Oxalis acetosella* siedeln bei sehr wenig Licht (272—340 Lux) folgende Moose: *Eurhynchium striatum* var. *brevifolium*, *Plagiochila asplenioides* und *Rhytidiadelphus triquetrus*.

Etwas gegen die Quelle 2 hin wurden folgende Messungen gemacht:

Wir haben eine stark geneigte Felswand, auf der dichtes Buschwerk von *Corylus* u. a. sitzt. Bei 544 Lux wachsen: *Brachythecium glareosum*, *Climacium dendroides*, *Ctenidium molluscum*, *Metzgeria pubescens*, *Neckera crispata* und *Plagiochila asplenioides*. Blätter von *Centaurea montana*: 500 Lux; Blätter von *Lamium Galeobdolon*: 500 Lux; Keimpflanzen von *Geranium Robertianum*: 476 Lux. Geschlossener Bestand von *Plagiochila asplenioides*: 374 Lux. Blätter von *Lamium*, *Valeriana tripteris*, *Rubus saxatilis*, *Oxalis*, *Cystopteris fragilis* sowie *Calliergonella cuspidata*: 340 Lux. Auf Picea-Ästchen *Ulotia crispata* je nach Exposition 204—408 Lux. Auf Picea-Ästchen *Brachythecium rutabulum* und *Peltigera canina*: 340 Lux. *Veronica latifolia*: 544 Lux.

Die Quelle 2, die aus der „Hirschbrunnenhöhle“ herauskommt, ist von besonderem Interesse, weil von der Rückwand der Klufthöhle ein künstlicher Stollen in den Berg hineinführt. Er wird als „Quellenstollen“ bezeichnet. Das Profil dieses Stollens ist ein Trapez. Die Höhe beträgt ungefähr 1 m, die Sohle 60 cm, die Firste 43 cm. Die Länge des Stollens beträgt 5,5 m. Der Vortrieb erfolgte durch ausgezeichnete Schlägel- und Eisenarbeit. Über den Zeitpunkt der Herstellung kann nichts ausgesagt werden. Hingegen ist der Anlaß zur Herstellung dieses Stollens mit einiger Wahrscheinlichkeit zu vermuten. Aus der Höhle werden Augensteine herausgeschwemmt. Diese Augensteinsande führen u. a. auch Muskovit. Es ist bekannt, daß früher an die Umwandlungsmöglichkeit dieses Glimmers in Gold gedacht wurde. Der Stollen dürfte also wie der unweit von diesem befindliche große Goldlochstollen vorgetrieben worden sein, um über Muskovit zu Gold zu kommen. Außerdem wäre es nicht ganz ausgeschlossen, daß in den Augensteinsanden einmal ein paar kleine Goldplättchen gefunden wurden.

Tag der Lichtmessungen: 27. 7. 1954. Himmel: 5<sup>+</sup>, mit weißen Stratocumulus-Wolken. Zeit: 15<sup>15</sup>—17 Uhr.

Über dem Höhleneingang steigt der Fels steil an und wird oben von Sträuchern, so von *Corylus*, beschattet. Gleich oberhalb des kleinen Portals wachsen *Saxifraga rotundifolia* mit kleinen Blättern, *Geranium Robertianum*, Pflanzen mit Knospen und Keimlingen, sowie Moose, und zwar *Brachythecium rivulare*, *Cratoneuron filicinum*, *Fegatella conica*, *Mnium cuspidatum* und *Mn. punctatum*, *Hypnum cupressiforme*, *Preissia commutata*. *Cratoneuron filicinum* wächst in einer sehr zarten Form: *fa. tenuissima* bei 340 Lux. In der Mitte dieser aufstrebenden Felswand bildet bei 340 Lux *Fegatella conica*, fruchtend, einen schönen, geschlossenen Bestand. Außerdem findet sich hier *Haplozia atrovirens* var. *sphaerocarpoidea*.

Von der Decke der Höhle hängt vertikal herab *Pedinophyllum interruptum* bei 408 Lux. Ein bis zwei Meter einwärts auf dem Boden der Höhle wachsen bei 170—17 Lux folgende Moose: *Cratoneuron commutatum* und *Ct. filicinum*. Letzteres in einer außerordentlich feinen Schattenform, *fa. cavernarum*, *Haplozia riparia*, *Oxyrrhynchium praelongum* und *Pedinophyllum interruptum*. Bei 2 m ungefähr finden sich die letzten Moose: *Encalypta contorta*, *Lophozia Muelleri*, *Mniobryum albicans* und *Mnium serratum* sowie *Thamnum alopecurum*, das auf der ganzen Strecke zu finden ist bei 2,0—3,4 Lux. Links oben, am Mundloch des Quellenstollens, sitzen noch *Haplozia riparia* und *Cratoneuron falcatum* *fa. gracilescens* als außerordentlich feine und zarte Schattenform. Hier beträgt das Licht gerade noch 1,5—2 Lux! Dann folgen Chlorophyteen, die die Lichtseite der Felsen und aufgerichteten Steine bei 1—0,5 Lux bedecken. Vom Anfang des Stollens bietet sich gegen den Tag ein wunderbares Bild. Zahllose Moospflänzchen bedecken den Höhlenboden, sind vertikal aufgerichtet und lassen die Höhle in einem smaragdgrünen Schimmer erstrahlen. Feinste Stämmchen von *Thamnum alopecurum*, *Cratoneuron falcatum* *fa. gracilescens* und *Cratoneuron*



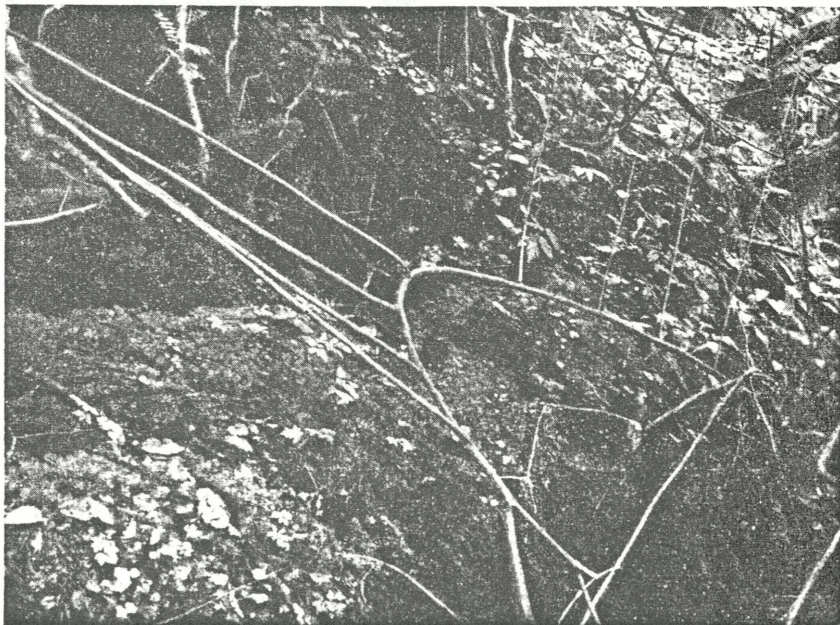


Abb. 1. Hirschbrunn-Quellbezirk. Die wunderbare Lichtausnützung durch einen Strauch von *Fraxinus excelsior*

*filicinum* fa. *cavernarum* überspinnen den Augensteinsand, der im Frühjahr bei der Schneeschmelze vom Plateau herabgebracht worden war. Die Augensteinsande, die, an sekundärer Stelle liegend, aus geologischer Vergangenheit erzählen, und das Wunder pflanzlicher Anpassung an minimale Lichtmengen sind auf engstem Raume beisammen.

Eine Probe des den Boden des Quällestollens bedeckenden Sandes wurde Ende 1951 von Prof. Dr. A. Köhler untersucht. 80% des Materials sind in HCl löslich, bestehen also aus Kalksteingeröllchen. Vom Rückstand sind 13—15% Quarze, z. T. derbe, z. T. Bergkristalle. Alle sind deutlich abgeschliffen, vielfach mit Hochglanzpolitur. Die restlichen 5—7% bestehen aus kaolinischen Feldspatresten und Limonit, letzterer z. T. als Bohnerz. Nur ganz vereinzelt fanden sich frische Feldspatfitter, Glimmerschüppchen und Hornblenden.

Den Blick gegen den Höhleneingang gerichtet, sieht man rechts eine schräge, von links nach rechts hinaufziehende Spalte. Diese wird durch einen vorgelagerten Block ganz eng. Auch links ist eine Spalte zwischen einem Block und dem überhängenden Fels, die gerade 25 cm beträgt.

Dort siedeln nur Moose. Links oben begegnen wir wieder *Thamnium alopecurum* bei 35 Lux. Noch weiter oben ist dasselbe Moos bei 8,2 Lux. Darüber wachsen (unter zartblättriger *Saxifraga rotundifolia*) *Chiloscyphus pallescens*, *Ctenidium molluscum*, *Haplozia atrovirens* var. *sphaerocarpoidea* und das „Höhlenmoos“ *Oxyrrhynchium Swartzii* bei 544 Lux.

Rechts vom Eingang auf der 45° nach abwärts gehenden Platte sind die Moose alle vertikal aufgerichtet und bilden bei 176—204 Lux eine geschlossene Gesellschaft von *Fegatella conica*, *Mnium rostratum* und *Pedinophyllum interruptum*.

Auf dünnen Ästen kümmerlicher *Picea* vor dem Eingang sitzen: *Parmelia*

*acetabulum* Duby und *P. furfuracea* Ach sowie *Usnea tomosa* Röhl. Auf Ästen von *Salix grandifolia*: *Stereum giganteum* und *Peniophora gigantea* Masee. Auf *Alnus viridis*: *Trametes rubescens* Schw.

Das Gerinne, das zum See zieht, ist von einer geschlossenen, wunderbar grünen Moosdecke überzogen. An erster Stelle, als Hauptmoos, ist *Brachythecium rivulare* zu nennen. Dazu kommen *Cratoneurum falcatum*, *Dichodontium pellucidum*, *Mnium rostratum* und *Haplozia riparia*. 2 m vom Eingang zur Höhle entfernt stehen über den Moosen des Bachbettes 2312 Lux zur Verfügung. 3 m vom Eingang sind es 2244—2720 Lux. 4 m vom Eingang haben wir 3060 Lux und 5 m vom Eingang bereits 4080 Lux.

Westwärts des Quellenstollens und seines Gerinnes kommen wir zu einem zweiten, ebenfalls dicht mit Moos besetzten Gerinne, das sich nach kurzem Lauf mit dem ersten vereinigt. Das Wasser kommt ebenfalls aus einer Felsspalte und tritt bei 509,2 m zutage. Oberhalb des Quellaustrittes befindet sich eine Nische, die von Sträuchern stark beschattet wird. Hier siedelt *Pedinophyllum interruptum* bei 51—68 Lux (Aufnahmetag: 27. 7. 1954. 15<sup>30</sup>—16 Uhr. Himmel: 5<sup>1</sup>, mit weißen Stratocumulus-Wolken). In der Mitte der Nische haben wir hauptsächlich *Fegatella conica*, z. T. *c. fr.* bei 68 Lux. Im vorderen Teil der Nische Massenentfaltung von *Fegatella conica* mit *Nephrodium Robertianum* bei 340 Lux. Im Schatten dieser Pflanze siedeln *Fegatella conica*, *Mnium marginatum* und *Thamnium alopecurum* bei 119 Lux. An der Stirnseite des Überhanges ober der Quellspalte ist wieder *Fegatella conica*, reich fruchtend, mit *Nephrodium Robertianum* bei 750 Lux. An der Unterseite des Überhanges bei nur 37 Lux *Thamnium alopecurum* in einer sehr zarten Schattenform. Das letzte *Nephrodium Robertianum* in einer zarten, dünnen Schattenform wächst bei 68 Lux, ebenso wie *Fegatella conica*, *Orthothecium intricatum* und *Oxyrrhynchium Swartzii*. *Veronica latifolia* geht bis 748 Lux; *Valeriana tripteris* bis 680 Lux (in Rosetten); das letzte blühende *Geranium Robertianum* ist bei 1020 Lux.

Sehr interessant ist ein Individuum von *Geranium Robertianum*, das an der überhängenden Kante ober der Felsspalte wurzelt. Das erste Stengelglied hängt 10 cm lotrecht hinab. Die zwei untersten Blätter sind an einen mächtigen Polster von *Hylocomium splendens* gelehnt und ragen fast horizontal hinaus. Sie haben eine Länge von 15 cm. Das zweite Achsenglied ist 19 cm lang und hängt lotrecht hinab. Ein drittes Blatt (Länge 15 cm) hat einen lotrecht hinabhängenden Stiel; seine Spreite weicht 30° von der Vertikalen ab und ist auf das schräg von oben kommende Licht eingestellt. Am nächsten Stengelknoten entspringen 3 Blätter. Der Stiel dieser ist parallel der Mooswand, die Spreiten sind auf das schräge Oberlicht eingestellt. Nun gehen zwei Achsen aus. Die eine geht fast lotrecht nach oben, ist 12 cm lang, trägt 5 Blätter, 3 verblühte Blüten und einige Knospen. Die zweite Achse ist waagrecht, 25 cm lang. Beim ersten Internodium dieser sind 3 Blätter, 1 Blüte, 2 Früchte; dann biegt sie nach oben um, trägt 5 Blätter, 2 unreife Früchte und 3 Knospen. Im ganzen betrachtet, liegt eine Meisterlösung in der Ausnützung von Licht und Raum vor, eine Ampel, wie sie kunstvoller der Umgebung nicht hätte angepaßt sein können (680 Lux).

Auf den großen *Hylocomium*-Polstern siedeln *Nephrodium Robertianum*, *Oxalis acetosella*, *Geranium Robertianum* mit Keimpflanzen, *Lamium Galeobdolon* und *Saxifraga rotundifolia* (verblüht). Daneben schirmen Sträucher von *Corylus* den Horizont fast ganz ab. Unter ihrem Schatten siedelt *Fegatella conica* in Massen bei 544 Lux. Als letztes Moos, in eine kleine Kluft hinein, erscheint wieder *Oxyrrhynchium Swartzii* bei 29—68 Lux.

Am 20. 8. 1954 wurden weitere Messungen und Beobachtungen durchgeführt (Föhnstag mit weißen Ballenwolken. 16—17 Uhr). Im Quellenstollen fand sich *Thamnium alopecurum* 50 cm vor Beginn des Stollens bei 136 Lux. Dieselbe Lichtmenge herrscht auf einer Strecke von 1,5 m vor dem Stollenbeginn. Das genannte Moos findet sich in einer sehr zarten Schattenform. Auch bei horizontaler Haltung der Zelle ergeben sich 136 Lux. 2,5 m vor dem Stolleneingang, links der Höhlenmitte, wächst *Oxyrrhynchium Swartzii* bei 476 Lux. Derselbe Wert auch bei horizontal nach oben gehaltener Zelle. Links (Blick gegen die Höhle) hinter der außen schräg emporziehenden Spalte wachsen in ausgesprochenen Höhlenformen *Brachythecium rivulare* und *Mnium orthorrhynchium* bei

136 Lux. Beim Felsblock links vom Höhleneingang bei 476 Lux bildet *Fegatella conica* einen geschlossenen Teppich. Winzige Keimlinge von *Geranium Robertianum* finden sich auf den Moosen bei 544 Lux. Die ersten Blätter von *Saxifraga rotundifolia*, *Lamium Galeobdolon* und *Oxalis* finden sich links vor dem Eingang bei 400 Lux. Jetzt: 16<sup>30</sup> Uhr, außen 10<sup>2</sup>, schwere, dunkle Bewölkung. Rechts vom Eingang haben wir reife Früchte von *Lamium Galeobdolon* und *Saxifraga rotundifolia*, *Cystopteris fragilis* mit Sporen bei 748 Lux. Die ersten kümmerlichen Blütenansätze von *Impatiens parviflora*, die leider hier wie im ganzen Hallstätter Gebiet die schöne *Impatiens noli tangere* fast ganz verdrängt hat, sehe ich bei 1156 Lux. Diese Art bildet rechts vom Portal ungefähr 1,5 m gegen den See zu geradezu einen Reinbestand. *Impatiens noli tangere* ist vollkommen verschwunden. Hier setzt dann auch *Chaerophyllum cicutaria* bei 1700 Lux ein.

Unter einem Felsüberhang vor dem Eingang zur Hirschbrunnenhöhle entdeckte ich 6 kümmerliche Pflanzen von *Adoxa moschatellina*. Es sind lediglich kleine Blätter vorhanden. Ich machte mit Rücksicht auf die Bedeutung dieser Pflanze, die im Rabenkeller eine so wichtige Rolle spielt und uns so bedeutende Einblicke in das Leben einer Höhlenpflanze gewährt, eine kleine Bestandesaufnahme. Die aufgenommene Fläche, die sich mit dem Areal der *Adoxa* hier deckt, beträgt rund einen Quadratmeter.

<i>Adoxa moschatellina</i>	10 Pflanzen in f,
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	250 Blätter, 3—6 cm hoch,
<i>Cystopteris fragilis</i>	1 Pflanze,
<i>Lamium Galeobdolon</i>	10 Pflanzen in f, 20—25 cm hoch,
<i>Oxalis acetosella</i>	30 f.

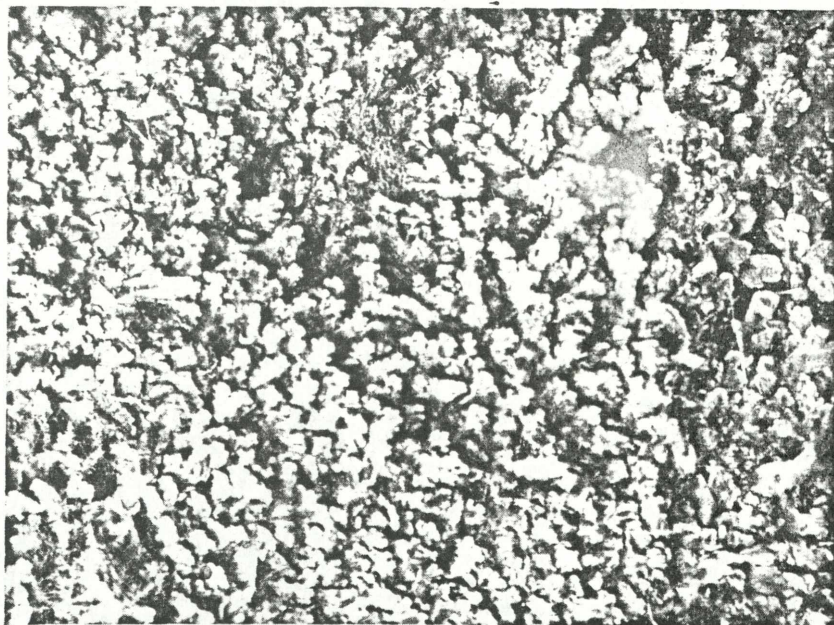


Abb. 2. Hirschbrunn-Quellbezirk. Eine große Kolonie von *Fegatella conica* vor dem Quellen-Stollen hat den Thallus lotrecht gestellt, senkrecht zum waagrecht einfallenden Licht

Moose: *Brachythecium rivulare*,  
*Cratoneuron filicinum*,  
*Isopterygium depressum*,  
*Ctenidium molluscum*,  
*Pedinophyllum interruptum*,  
*Fegatella conica*.

Licht: 270 Lux.

Wir finden also *Adoxa moschatellina* hier zwar nicht direkt in einer Höhle, aber unmittelbar vor dieser und doch an einem Standort, der in bezug auf Feuchtigkeit und Lichtmangel ohne weiteres einer Höhle gleichgesetzt werden kann. Die besonders starke Lichtabschirmung durch das Stockwerk von *Lamium Galeobdolon* sowie durch verschiedene vorgelagerte Sträucher spiegelt sich in der geringen Lichtmenge von 270 Lux und führt u. a. zu einer derartigen Verlangsamung und in weiterer Folge Verlängerung der Lebensprozesse der Assimilationsorgane, daß noch Ende August frisch grüne Blätter zu beobachten sind.

Von der Quelle 3 zur Quelle 4 führt eine ebenfalls schräg nach oben ziehende Kluft. Auch hier bilden verschiedene Sträucher eine dichte Laubdecke, die einen Großteil des Tageslichtes abschirmt. Hier konnte ich eine absonderliche Wuchsform eines Strauches von *Fraxinus excelsior* beobachten, die ebenfalls auf eine geradezu einmalige Ausnützung des Lichtes und Anpassung an diese zurückzuführen ist. Der Hauptstamm ist leicht bogenförmig gekrümmt, die dazugehörige Sehne ist waagrecht zu denken. Von diesem 90 cm langen Stück erheben sich 4 Seitenäste, die vertikal gestellt sind. Der erste Trieb ist 100 cm hoch; der zweite folgt nach 20 cm und hat dieselbe Höhe. Der dritte folgt nach 20 cm und ist 70 cm hoch, der vierte nach 25 cm und ist 110 cm hoch. Der Bogen setzt sich dann 40 cm ohne Triebe fort und hat hierauf 4 Seitenäste, die waagrecht auf Ästen von *Salix grandifolia* aufliegen. Der erste dieser Triebe ist 170 cm lang, die folgenden drei haben jeder 180 cm Länge.

Wir begeben uns nun zum eigentlichen *Hirschbrunn*. Aufnahmetag: 7. 7. 1954. 9<sup>15</sup>—11 Uhr. Himmel: 8<sup>1</sup>. Zeitweise über dem See sehr matte Sonne.

Straßenwärts des lotrechten, von Blöcken eingesäumten „Hirschbrunn“ erhebt sich eine nahezu lotrechte Felswand. Diese ist mit dichten Moosteppichen sowie mit Steinflechten bedeckt. Wir finden hier bei 400—680 Lux folgende Arten: *Brachythecium rivulare*, *Ctenidium molluscum*, *Chiloseyphus pullescens*, *Fissidens cristatus*, *Oxyrrhynchium Swartzii*, *Lophozia Muelleri*, *Plagiochila asplenioides* und *Rhynchostegium rusciforme*.

An Flechten sind hier auf den Felsen vorhanden: *Gyalecta cupularis* Schaer., *Placynthium nigrum* Mass., *Verrucaria calciseda* DC., *V. nigrescens* Pers., *V. rupestris*.

Bei 408 Lux bildet *Fegatella conica* zusammenhängende Bestände. Bei 680 Lux sehen wir *Climacium dendroides*. Auch *Haplozia atrovirens* bildet schöne Bestände. In einer kleinen Nische rechts finden wir wieder *Thamnum alopecurum*. Die Zelle zeigt bei horizontaler Haltung 408 Lux und bei vertikaler Stellung 952 Lux. Unfern bildet in einer Nische *Oxyrrhynchium Swartzii* bei nur 204 Lux einen schönen Bestand mit hauchartigen Fäden und Blättchen. Auf einem gut belichteten Block daneben finden wir bei 3260—4080 Lux *Brachythecium rivulare*, *Chiloseyphus pullescens*, *Ctenidium molluscum*, *Mnium marginatum*, *Mn. punctatum*, *Mn. rostratum*, *Mn. undulatum*.

Wir verlassen nun den Ursprung des Hirschbrunn und begeben die erste Teilstrecke des Felsenbettes bis zum nächsten Abfall bei 516.65 m. Am rechten Ufer wächst u. a. bei 340 Lux *Cratoneuron filicinum* fa. *gracillima*. Auf den Felsen am rechten Ufer finde ich bei 4080—4420 Lux folgende Arten: *Haplozia atrovirens* var. *sphaerocarpoidea* (De Not) Mass., *Oxyrrhynchium Swartzii*, *Pedinophyllum interruptum*, *Rhynchostegium murale*. Die entlang der Felswand am rechten Ufer befindlichen Nischen haben sehr wenig Licht. So messe ich in einer nur 17 Lux und finde an dieser Stelle *Ciriphyllum velutinoides* und *Lophozia Muelleri*.

Weitere Messungen erfolgten am 23. 7. 1954. Zeit: 11<sup>30</sup>—12<sup>30</sup> Uhr. Über dem See Sonne mit Bewölkung 5<sup>1</sup> (weiße *Stratocumulus*).

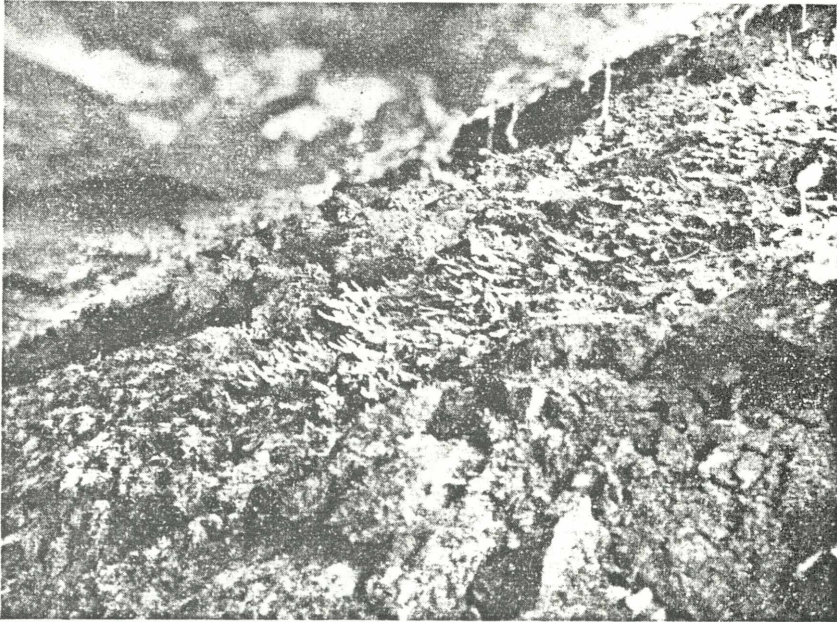


Abb. 3. Hirschbrunn-Quellbezirk. Kluftspalte rechts vom Quellen-Stollcn. Die Moose, und zwar *Homalia trichomanoides* und *Metzgeria furcata* (links unten), sind auf das Schräglicht eingestellt

An der Rückwand hinter dem Ursprung des Hirschbrunns wächst *Lamium Galeobdolon* bei 748 Lux. Die früher genannten Steinflechten genießen an gut exponierten Stellen 750—816 Lux. *Fegatella conica* fruchtet reich bei 1000 Lux. Bei 476 Lux wachsen *Ctenidium molluscum*, *Fissidens cristatus*, *Pedinophyllum interruptum*. In einer winzigen Spalte bei 10—17 Lux *Oxyrrhynchium Swartzii* in einer äußerst zarten Höhlenform.

An der rechten Uferwand notiere ich mehr oder minder stark von *Corylus* überdacht und beschattet: *Oxalis acetosella* bei 1292 Lux; *Vinea minor* bei 1360 Lux; *Saxifraga rotundifolia*, blühend und fruchtend, bei 2244 Lux.

Im Felsenbette zwischen 514,65 m und 512,07 m sind die Felsen von einer eng anliegenden, oft schwer loszulösenden Moosdecke überzogen, die auch dem reißenden Wasser beim „Gehen“ des Hirschbrunns standhält. Die Lichtmenge konnte nicht genau ermittelt werden, da das Galvanometer so hohe Werte nicht anzeigt. Ich verdeckte  $\frac{3}{4}$  der Opalscheibe und bekam 3400 Lux. Diese Moosdecke wird in der Hauptsache von *Brachythecium rivulare*, von *Barbula spadicea* und *Ctenidium molluscum* gebildet.

In weiteren kleinen Nischen an der rechten Uferseite finden wir: *Ctenidium molluscum* und *Fissidens cristatus* bei 272 Lux; *Fissidens cristatus* bei 37 Lux; *Cratoneuron filicinum* und *Dichodontium pellucidum* bei 51 Lux; *Oxyrrhynchium Swartzii* bei 51 Lux; auf *Salix grandifolia*-Ast bei 3400 Lux *Amblystegium subtile*, *Orthotrichum speciosum*, *Radula complanata*. Auf abgestorbenen *Picea*-Ästen bei 950 bis 1088 Lux *Brachythecium ricularis*, *Hygrohypnum palustre* und *Mnium undulatum*.

Eine eigene Welt stellt das Gerinne des Hirschbrunns dort dar, wo es bei 508,57 m in die Horizontale übergeht und rund 20 Meter bis zum eigentlichen See zurücklegt.

Dasselbe gilt auch für das mit Sand und groben Steinen bedeckte Gerinne des Wassers aus der Hirschbrunnhöhle sowie der westlich anschließenden Quellspalte.

Ich bringe hier zunächst orientierende Angaben und behalte mir die monographische Bearbeitung zusammen mit Frau Dr. Edith Kann vor. Auf den Steinen, die lange Zeit hindurch überflutet sind, aber zeitweise mit ihren Kuppen aus dem Wasser herausragen, findet sich eine artenreiche Gesellschaft epilithischer und reophiler Arten.

Es folgt nun eine Liste der in zwei Proben gewonnenen Arten, wie sie am 25. 10. 1954 gesammelt und dann von Herrn Dr. Edw. Messikommer bestimmt wurden<sup>10)</sup>:

Probe I: *Cosmarium tumens* Nordst. (rrr); *Cymbella ventricosa* (r); *Gomphonema olivaceum* (rr); *Navicula cryptocephala* (rrr); *Nitzschia romana* Grün. (rr); *Phormidium Boryanum* (c); *Ph. subfuscum* Kütz. (r—c); *Ulothrix tenerrima* Kütz. (cc).

Probe II: *Cymbella ventricosa*; *Desmonema Wrangeli* (Ag.) Born. et Flah.; *Navicula cryptocephala*; *Nitzschia romana*; *Gomphonema olivaceum*; *Ulothrix tenerrima*.

An der Unterseite der Steine siedeln im fließenden Wasser in Massen die Trichopteren-Larven von *Halesus auricolis* Pict. In der zweiten Hälfte des Juni 1953 und im Juli fanden sich ältere Larven, aber auch bereits einige Puppen. Am 20. 8. 1953 waren nur mehr Puppen vorhanden. Die Larven im Jugendzustande verwenden pflanzliche Stoffe zum Aufbau der Köcher. Später bilden Sandkörnchen und kleine Steinchen das Gehäuse. Das Ausschlüpfen der Imagines erfolgt im Laufe des Septembers oder anfangs Oktober. Bei einzelnen Gehäusen ist jene Siebmembran am hinteren Ende, die von der Larve vor Eintritt der Verpuppung zur besseren Durchwässerung eingebaut wird, sehr schön zu sehen. Merkwürdigerweise kommen andere Arten, wie sie sich z. B. in den kalten „Träun'n“ zwischen Winkl und der Traun finden, so *Limnophilus flavicornis* F., *Anabolia nervosa* Leach u. a. nicht vor.

Zusammenfassend können wir über extremen Lichtgenuß bei den Pflanzen des Hirschbrunn-Quellbezirkes folgendes sagen: Die extremsten Verhältnisse finden wir in der „Hirschbrunn-Höhle“. Bis zu einer Minimalmenge von 17 Lux dringen vor: *Cratoneuron commutatum*, *Cr. filicinum*, *fa. cavernarum*, *Haplozia riparia*, *Oxyrrhynchium praelongum*, *Pedinophyllum interruptum*. Bis zu einer Minimalmenge von 2 Lux finden sich: *Encalypta contorta*, *Lophozia Muelleri*, *Mniobryum albicans*, *Mnium serratum* und *Thamnum alopecurum*. Zwischen 2 und 1,5 Lux wachsen: *Haplozia riparia* und *Cratoneuron falcatum fa. gracilescens*. Zwischen 1,5 und 0,5 Lux siedeln noch Chlorophyceen.

5 m vor dem Eingang zur Hirschbrunnhöhle in bereits durch Sträucher stark beschattetem Gelände wurden 4000 Lux gemessen. Die Chlorophyceen vertragen also eine Abschwächung dieses Lichtes, das bei weitem nicht dem gesamten Tageslicht entspricht, auf  $\frac{1}{8000}$ ! Die letzten Moose eine solche auf  $\frac{1}{2666}$ ! Bei Berücksichtigung des gesamten Tageslichtes, das, wie bereits erwähnt, mit der Apparatur nicht gemessen werden konnte, würden sich im Nenner noch wesentlich größere Zahlen zeigen.

#### **La grotte du „Rabenkeller“ et les résurgences de „Hirschbrunn“ près de Hallstatt (Haute-Autriche) — des recherches biologiques**

En 1954 à plusieurs endroits aux environs de Hallstatt des recherches sur la flore des cavernes et des mesurations de lumière ont été effectuées. Des observations analogues, faites il y a 30 ans, permettent de faire des comparaisons et d'acquérir des connaissances sur la vie des plantes des cavernes.

Entre autre on a constaté des algues vertes jouissant de seulement  $\frac{1}{8000}$  de la quantité de la lumière du jour et des mousses jouissant de  $\frac{1}{2666}$  („relativer Lichtgenuß“).

<sup>10)</sup> Es bedeuten: c = häufig; cc = sehr häufig; r = selten; rr = sehr selten.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus der Botanischen Station in Hallstatt](#)

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: [156](#)

Autor(en)/Author(s): Morton Friedrich

Artikel/Article: [Der Rabenkeller und der Hirschbrunnquellbezirk bei Hallstatt \(Oberösterreich\). Eine biologische Untersuchung. \(Arbeiten aus der Botanischen Station in Hallstatt Nr. 156\), Aus: "Die Höhle" Zeitschrift für Karst- und Höhlenkunde 7. Jahrgang 1956 Heft 1 1-14](#)